

別紙様式第3号

No.1

博士論文内容の要旨

専攻名 物質工学専攻

講座名 物質加工学講座

氏 名 佐々木 善教

1 論文題目（英文の場合は、和訳を付記すること）

眼鏡フレーム用チタン合金線材の高精度ロール曲げに関する研究

2 要 旨（和文 2,000 字程度又は英文 800 語程度にまとめること。）

福井県は、鯖江市を中心に眼鏡の製造が盛んで、特に金属眼鏡フレームの生産は国内シェア 90%以上となっている。しかし、新興国における眼鏡の生産技術の向上により、OEM 受注競争が激化し、福井県の眼鏡関連の出荷額は 2000 年の約 1200 億円をピークに年々減少が続いている。また、生産方式は従来の大量生産から、付加価値の高い商品に絞った多品種・小ロット生産にシフトしている。ここで問題となっているのが、リムと呼ばれる部品の曲げ加工の調整コストである。調整工程は、加工形状や線材が変更するたびに行う必要があり、熟練職人でも試行錯誤により 30 分から 1 時間程度を要する。そのため多品種・小ロット生産になるほど調整コストが割高となるため、省力化が求められている。

そこで本研究では、中小企業への技術移転を前提に(1)高価なソフトウェアが不要であること、(2)生産現場で取得できる従来と同じパラメータから実施可能なこと、を研究の方針としつつ、リムの曲げ加工において 12 回以内に調整を完了できる方法の確立を目指した。まず、リムの 3 次元形状を 2 種類の 2 次元カーブに分解し、それぞれの 2 次元カーブについて、1 回目の加工形状の曲率が従来方法と比較して設計形状の曲率となる加工方法を提案した。その具体的な方法は以下の通りである。(1)一様円弧を得る定常状態の曲げ加工において、曲げモーメントのない無負荷状態となるロール操作量を想定する。(2)曲げモーメントの発生の有無により定常状態におけるロール操作量を 2 種類に分類する。(3)曲げモーメントの発生に寄与する操作量と被加工材の曲率の関係を予め求めて参照データとする。(4)設計形状の加工において設計形状から曲げモーメントの発生に寄与しないロール操作量を求める。(5)設計形状の加工点の曲率および参照データから

専攻名	物質工学専攻	講座名	物質加工学講座	氏名	
<p>曲げモーメントの発生に寄与するロール操作量を求める。(6) 2つのロール操作量の和を全操作量とする。次に、3次元曲げの形状補正においては、加工形状と設計形状の曲率偏差を、曲げモーメントの発生に寄与する操作量に乗じて、前回操作量に加算する位置制御による形状補正を試みた。その結果、目標とする12回以内に補正が完了することを確認した。本論文の各章の概要は次のとおりである。</p> <p>第1章では、眼鏡の起源を説明したのち、本研究の背景である福井県産地の現状および現在のものづくりにおける問題点について説明し、本論文の構成について記した。</p> <p>第2章では、本研究の研究対象である眼鏡のリム線について、3次元設計形状とそれを構成する「リム巻きカーブ」および「S字カーブ」の2次元形状について説明し、リムの曲げ加工装置においてどのような加工を受けるかについて説明した。また、被加工材のリム線の材質、断面形状および引張試験について記した。さらに従来の曲げ加工に関する研究と比較しながら本研究の課題目標について記した。</p> <p>第3章では、「リム巻きカーブ」単独の2次元形状の曲げ加工について検討を行った。リム巻きカーブを付与する曲げ加工は、無負荷状態を想定し幾何学的関係から加工条件によって大きく変化するモーメントアーム長さに応じた係数を設定する加工方法を提案した。検証実験の結果、従来の加工方法と比較して曲率偏差の絶対値総和が減少することを確認し、提案方法の有効性を明らかにした。</p> <p>第4章では、「S字カーブ」単独の2次元形状の曲げ加工について検討を行った。S字カーブを付与する曲げ加工は、4つのロールを用いた曲げ・逆曲げ加工である。無負荷状態を想定し、幾何学的関係からロール操作量を2種類に分け、事前に行う基礎実験から得られるロール操作量と曲率の関係を設計形状の加工に用いる方法を提案した。検証実験の結果、従来の加工方法と比較して曲率偏差の絶対値総和が減少することを確認し、提案方法の有効性を明らかにした。</p> <p>第5章では、「リム巻きカーブ」と「S字カーブ」を組み合わせた3次元形状の曲げ加工について形状補正の検討を行った。補正方法は、設計形状との曲率偏差に対して補正係数および曲率に対するロール操作量に乗じたものを前回のロール操作量に加算する位置制御である。本研究の目標である12回以内に形状補正ができることを確認した。</p> <p>第6章では、眼鏡用チタン線材の高精度曲げ加工の異分野への適用として1mm×2mmの絶縁被覆銅線材を対象にモータ用コイルの試作を行い、銅線に対しても設計形状に加工できることを確認した。また、従来の巻線方法と比較して、スプリングバックが小さく巻数を増やすことのできる新しい巻線構造および巻線方法を提案したことで、占積率を大幅に向上できることを確認した。</p> <p>第7章では、本論文のまとめを行い、今後の課題や展望を述べた。</p>					